

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-123302

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/135  
G30B 29/32  
G02B 1/02  
G02B 13/00  
G11B 7/125  
G11B 11/105

(21)Application number : 2001-312853

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 10.10.2001

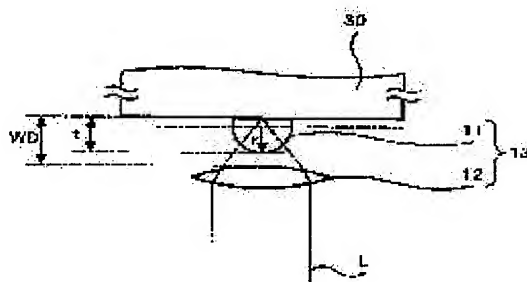
(72)Inventor : SHINODA MASATAKA

## (54) OPTICAL PICKUP AND OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical pickup in which a condensing spot with which a recording medium is irradiated is contracted and which pickup is compatible with a high recording density and a large capacity of the optical recording medium and to provide an optical recording and reproducing device which is provided with the optical pickup and performs an optical recording and reproducing with a high recording density.

**SOLUTION:** In the optical pickup which is composed of at least a light source and a condenser lens 13 which converges the emitted light from the light source and forms a light spot, light having a wavelength in the range of 390 to 450 nm is emitted from the light source and the condenser lens 13 is composed of one or more optical lenses 11 and 12 including the optical lens 11 which is composed of strontium titanate or consisting essentially of strontium titanate and the absorption coefficient of which lens for the light emitted from the light source is 2.0 cm<sup>-1</sup> or smaller. Further, The optical recording and reproducing device which records and reproduces on a recording medium 30 is composed of the optical pickup.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-123302

(P2003-123302A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003. 4. 25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A 2 H 0 8 7

Z 4 G 0 7 7

C 3 0 B 29/32

C 3 0 B 29/32

C 5 D 0 7 5

G 0 2 B 1/02

G 0 2 B 1/02

5 D 1 1 9

13/00

13/00

5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-312853(P2001-312853)

(22) 出願日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 篠田 昌孝

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

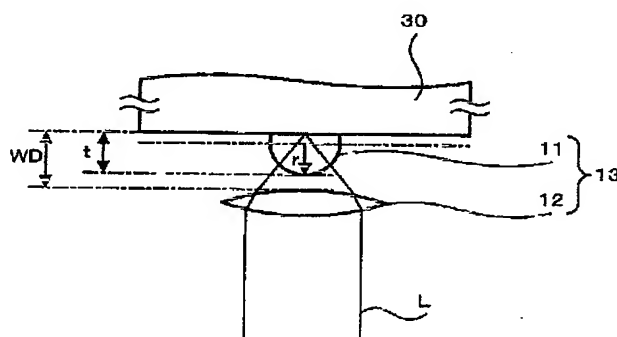
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ピックアップ及び光記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 記録媒体に照射される集光スポットを縮小させることができ、光記録媒体の高記録密度化・大容量化に対応することができる光学ピックアップ及びこの光学ピックアップを備えて高記録密度の光記録再生を行うことができる光記録再生装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも光源と、光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズ13とを有して成る光学ピックアップにおいて、光源により390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズ11を含む1つ以上の光学レンズ11, 12から集光レンズ13を構成する。また、この光学ピックアップを備えて、記録媒体30に対して記録再生を行う光記録再生装置を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも光源と、該光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成る光学ピックアップであって、

上記光源により、390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、

上記集光レンズが、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、上記光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されていることを特徴とする光学ピックアップ。

【請求項2】 上記光源がGaN半導体レーザで構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光学ピックアップ。

【請求項3】 対物側から順に、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする上記光学レンズと、他の光学レンズとが光軸を合致させて配置されて上記集光レンズが構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光学ピックアップ。

【請求項4】 少なくとも光源と、該光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成る光学ピックアップを備え、

記録媒体に対して記録再生を行う光記録再生装置であって、

上記光源により、390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、

上記集光レンズが、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、上記光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されていることを特徴とする光記録再生装置。

【請求項5】 上記光源がGaN半導体レーザで構成されていることを特徴とする請求項4に記載の光記録再生装置。

【請求項6】 対物側から順に、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする上記光学レンズと、他の光学レンズとが光軸を合致させて配置されて上記集光レンズが構成されていることを特徴とする請求項4に記載の光記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、紫外領域の光を出射する光源と1つ以上のレンズから成る集光レンズとを少なくとも備えた光学ピックアップ及びこの光学ピックアップを備えて成る光記録再生装置（光磁気記録再生装置を含む）に係わり、さらに詳しくは、光学レンズの屈折率が大なる材料を用いて、光学レンズの開口数を大にして、光記録媒体（光磁気記録媒体を含む）に記録再生を行う、いわゆるニアフィールド光記録再生方式に好適な光学ピックアップ及び光記録再生装置（光磁気記録再

生装置を含む）に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】コンパクトディスク（CD）、ミニディスク（MD）、デジタルビデオディスク（DVD）に代表される光記録媒体（光磁気記録媒体を含む）は、音楽情報、映像情報、データ、プログラム等の格納媒体として広く利用されている。しかしながら、音楽情報、映像情報、データ、プログラム等における更なる高音質化、高画質化、長時間化、大容量化の要求により、さらに大容量の光記録媒体（光磁気記録媒体を含む）及びそれを記録再生する光記録再生装置（光磁気記録再生装置を含む）が望まれている。

【0003】そこで、上述した要求に対応するために、光記録再生装置（光磁気記録再生装置を含む）においては、光源例えば半導体レーザの短波長化や集光レンズの開口数の増大化が図られることにより、集光レンズを介して収束する光スポットの小径化が図られている。

【0004】例えば、半導体レーザに関しては、発振波長が従来の赤色レーザの635nmから400nm帯に短波長化されたGaN半導体レーザが実用化されつつあり、これにより光スポットの小径化が図られつつある。

【0005】また、例えば、ソリッドイマージョンレンズ（SIL）に代表される開口数の大なる光学レンズを使用して例えば開口数1以上の集光レンズを実現すると共に、この集光レンズの対物面を記録媒体に対して光源の波長程度の距離まで近接させることにより記録再生を行う、いわゆるニアフィールド光記録再生方式が検討されている。このニアフィールド光記録再生方式では、記録媒体と集光レンズとの距離を如何にして光学的なコンタクト状態に維持するかが重要である。また、光源から出射されて集光レンズに入射する光束の径が小さくなるに従って、記録媒体と集光レンズとの距離も非常に小さくなるため、集光レンズは形状的に大きく制約されることになる。

【0006】ここで、上述した集光レンズを備えた光学ピックアップの要部の概略構成図を図12に示す。図12に示すように、この光学ピックアップにおいては、記録媒体（光記録媒体もしくは光磁気記録媒体）50がある対物側から順に、超半球状（半球形にさらに付加した形状）の第1の光学レンズ51と第2の光学レンズ52とを配置して成る集光レンズ53が設けられている。第1の光学レンズ51及び第2の光学レンズ52は、いずれも屈折率が $n=2.0$ のガラスにより形成されている。この集光レンズ53により、光束Lを収束させて記録媒体50に照射することができる。また、集光レンズ53の対物面即ち第1の光学レンズ51の記録媒体50側の面が記録媒体50に近接しており、前述したニアフィールド光記録再生方式の集光レンズ53となっている。

【0007】超半球状の第1の光学レンズ51は、光学

レンズの曲率半径を $r$ 、光学レンズの屈折率を $n$ 、光学レンズの厚さを $t$ とすると、 $t=r(1+1/n)$ の関係がある。この場合、屈折率 $n=2.0$ であるため $t=1.5r$ となる。また、第2の光学レンズ52の開口数によって決定される第2の光学レンズ52と記録媒体50との距離をWDとすると、 $t=r(1+1/n)=1.5r<WD$ の条件を満足する必要がある。

【0008】従って、第1の光学レンズ51と第2の光学レンズ52との距離Dを、好適に且つ容易に確保するためには、第1の光学レンズ51において、その曲率半径 $r$ をできる限り小さく形成する、もしくはその屈折率 $n$ ができる限り大きくなるように材料を選定する必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の光学レンズ51の曲率半径 $r$ は、光学ピックアップの組み立て精度の制約により1mm程度以下に小さくすることができない。ニアフィールド光記録再生方式においては、集光レンズ53が一般的に対物側から順に配置された第1の光学レンズ51と第2の光学レンズ52との2枚の光学レンズの組み合わせにより開口数1以上を実現しているが、開口数が大きくなるほどこれら第1の光学レンズ51及び第2の光学レンズ52の組み立てに高精度が求められ、かつ環境の変化に対してもこの高精度を維持することが求められる。そして、あまりにも光学レンズの曲率半径が小さいと、2枚の光学レンズ51、52から成る集光レンズ53の組み立て精度を高くすることができなくなるため、第1の光学レンズ51の曲率半径 $r$ を1mm程度以下に小さくすることはできない。

【0010】また、従来は、光学レンズの材料にガラスを使用していたため、光学レンズの屈折率 $n$ は上述した2.0程度が限界であった。従って、第1の光学レンズ51の厚さ $t$ は1.5mm程度が限界であり、それ以上小さくすることはできなかった。

【0011】一方、このニアフィールド光記録再生方式において高記録密度化を実現するためには、従来の光記録再生方式と同様に、光源の出射波長の短波長化や集光レンズの開口数の増大により、記録媒体に照射される集光スポットの大きさ・面積を縮小させる必要がある。ここで、集光スポットの面積は集光レンズの開口数の2乗に半比例するので、ニアフィールド光記録再生方式における高密度化を実現するためには、集光レンズの開口数を増大させることが有効である。

【0012】図12に示した第1の光学レンズ51が超半球光学レンズである構成において、ニアフィールド集光レンズ53の開口数NAは、 $NA=(第2の光学レンズ52の開口数) \times (第1の光学レンズ51の屈折率n) \times (第1の光学レンズ51の屈折率n)$ で表される。前述したように、従来は第1及び第2の光学レンズ51、52の材料にガラスを使用していたため、第1の

光学レンズ51の屈折率 $n$ は2.0程度が限界であった。このため、例えば第2の光学レンズ52の開口数を0.45とすると、ニアフィールド集光レンズ53の開口数NAは、 $NA=0.45 \times 2.0 \times 2.0=1.8$ となり、それ以上開口数NAを増大させることができなかった。従って、ガラス材料を使用した従来のニアフィールド集光レンズ53では、高記録密度化に限界があった。

【0013】上述した問題の解決のために、本発明においては、記録媒体に照射される集光スポットを縮小させることができ、光記録媒体の高記録密度化・大容量化に対応することができる光学ピックアップ及びこの光学ピックアップを備えて高記録密度の光記録再生を行うことができる光記録再生装置を提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の光学ピックアップは、少なくとも光源と、光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成り、光源により390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、集光レンズがチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されているものである。

【0015】本発明の光記録再生装置は、少なくとも光源と、光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成る光学ピックアップを備え、記録媒体に対して記録再生を行うものであって、光源により390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、集光レンズがチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されているものである。

【0016】上述の本発明の光学ピックアップの構成によれば、光学レンズがチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とすることから、光源から出射される390～450nmの範囲内の波長の光に対して、高い屈折率(2.6程度以上)及び高い透過率を有する。これにより、光源から出射される光を390～450nmの範囲内の波長即ち従来の可視光領域の光源よりも短い波長として集光スポットを縮小化させると共に、光学レンズの屈折率が高いことにより集光レンズの開口数を大きくして、さらに集光スポットを縮小化させることができる。また、光学レンズの光源から出射される光(390～450nmの範囲内の波長)に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下であることから、光の損失が少なくなり光記録再生の効率を高くすることができる。

【0017】上述の本発明の光記録再生装置の構成によ

れば、上述の本発明の光学ピックアップを備えて、記録媒体に対して記録再生が行われる構成としたことにより、記録媒体に対して効率よく高い記録密度で光記録再生を行うことが可能になる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】本発明は、少なくとも光源と、光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成る光学ピックアップであって、光源により390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、集光レンズがチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されている光学ピックアップである。

【0019】また本発明は、上記光学ピックアップにおいて、光源をGaN半導体レーザで構成する。

【0020】また本発明は、上記光学ピックアップにおいて、対物側から順に、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズと、他の光学レンズとが光軸を合致させて配置されて集光レンズを構成する。

【0021】本発明は、少なくとも光源と、光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する集光レンズとを有して成る光学ピックアップを備え、記録媒体に対して記録再生を行う光記録再生装置であって、光源により390～450nmの範囲内の波長の光が出射され、集光レンズがチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とし、光源から出射される光に対する吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下である光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから構成されている光記録再生装置である。

【0022】また本発明は、上記光記録再生装置において、光源をGaN半導体レーザで構成する。

【0023】また本発明は、上記光記録再生装置において、対物側から順に、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズと、他の光学レンズとが光軸を合致させて配置されて集光レンズを構成する。

【0024】まず、本発明の具体的な実施の形態の説明に先立ち、本発明の概要を説明する。本発明においては、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズを用いる。即ち光学レンズがチタン酸ストロンチウム以外の他の成分を含んでいてもよい。以下、このチタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズを、チタン酸ストロンチウム製の光学レンズと称する。チタン酸ストロンチウムは、一般的な化学式が $\text{SrTiO}_3$ である。本発明において、チタン酸ストロンチウムはSr:Ti:Oのモル比(組成比)が1:1:3であるものだけでなく、それ以外の組成であるものも

含む。

【0025】好ましくは、チタン酸ストロンチウム製光学レンズをチタン酸ストロンチウム単結晶から構成する。これにより、多結晶材料のような粒界や、ガラス材料のような脈理がないために、入射光の散乱や吸収を起こさずにすむ利点を有する。また、主成分のチタン酸ストロンチウムに添加される他の成分としては、例えば、屈折率増大もしくは透過率増大のためTa, Ca, Zr, K, Ba等が挙げられる。これらの成分を添加しても単結晶とすることができることから、光学レンズ材料として好適である。

【0026】また、チタン酸ストロンチウム( $\text{SrTiO}_3$ )は、その結晶構造が立方晶であることから、結晶軸によらず屈折率が全方向で一定である光学的等方性を有している。このため、チタン酸ストロンチウム製光学レンズを作製する際に、結晶軸方向を気にせずに切断、加工、研磨を行うことができる。従って、ガラス材料と同程度なコストで加工することが可能である。

【0027】また、チタン酸ストロンチウム製光学レンズを構成する単結晶は、ベルヌーイ法等で作製することができる。ベルヌーイ法は、工業用途として比較的大きな単結晶が短時間で育成でき、量産性のある結晶育成方法である。

【0028】また、本発明では、上述の光学レンズ即ちチタン酸ストロンチウム製の光学レンズを含む1つ以上の光学レンズから集光レンズを構成する。即ち次のA～Cのいずれかの構成の集光レンズを構成する。A. チタン酸ストロンチウム製の光学レンズ1つから成る集光レンズB. チタン酸ストロンチウム製の光学レンズを複数組み合わせた集光レンズC. チタン酸ストロンチウム製の光学レンズと他の材料の光学レンズを組み合わせた集光レンズ尚、Cの構成においては、複数の光学レンズのうち最も対物側即ち最も記録媒体側に、チタン酸ストロンチウム製の光学レンズを配置する。

【0029】また、光源として、390～450nmの範囲内の波長の光を出射する光源を用いる。即ち、従来の可視光領域の波長(例えば635nm)の光を出射する光源よりも、短い波長の光を出射する光源を用いる。このような光源としては、例えばGaN半導体レーザが挙げられる。そして、この光源と上述の集光レンズとを少なくとも備えて光学ピックアップを構成する。

【0030】これにより、光源から出射される光を短波長化して集光レンズによる集光スポットを小さくすることができる。また、チタン酸ストロンチウムが390～450nmの範囲内の波長の光に対して2.6程度と高い屈折率を有するため、集光レンズの開口数を大きくすることが可能になる。この集光レンズの開口数を大きくすることによっても、集光スポットを小さくすることができるため、光源の短波長化と合わせて、高記録密度化に対応することが可能になる。

【0031】また、チタン酸ストロンチウム製の光学レンズは、上述の390～450nmの範囲内の波長の光に対する光透過性（光透過率）が優れている。本発明においては、さらにチタン酸ストロンチウム製の光学レンズの光源から出射される光（390～450nmの範囲内の波長の光）に対する吸収係数を $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下とする。これにより、チタン酸ストロンチウム製の光学レンズによる光の損失が少なくなり光記録再生の効率を高くすることができる。吸収係数は小さいことが好ましく、望ましくは吸収係数を $0.1\text{ cm}^{-1}$ 以下として光学レンズによる損失がほとんどないようにする。吸収係数を $0.1\text{ cm}^{-1}$ とすると、5mmの厚さの光学レンズで内部透過率を95%以上とすることができる。

【0032】ところで、単結晶チタン酸ストロンチウムの390～450nmの範囲内の波長の光に対する屈折率はほぼ同じであるが、390～450nmの範囲内の波長の光に対する吸収係数は結晶により異なる。

【0033】従って、吸収係数が $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下となるように、チタン酸ストロンチウム製光学レンズの組成や製造条件等を制御する必要がある。例えば酸素欠陥濃度やチタン酸ストロンチウムのSr/Tiの組成比を制御・最適化することにより、吸収係数を $2.0\text{ cm}^{-1}$ 以下と小さくすることができる。酸素欠陥濃度は、単結晶の結晶育成後に酸素雰囲気中で熱処理する時間を変更することによって調整することができる。Sr/Tiの組成比を例えば1より小さくする（Tiリッチの組成とする）ことにより、吸収係数を小さく制御することができる。また、チタン酸ストロンチウムにTa, Ca, Zr, K, Ba等の添加物を添加することによっても吸収係数を制御することが可能である。

【0034】そして、チタン酸ストロンチウムは高い屈折率を有することから、上述したように集光レンズの開口数を大きく（例えば2.0以上）することができ、集光レンズの小型化や薄型化が可能となる。これにより、比較的低いコストで光学ピックアップ装置や光記録再生装置等に搭載が可能である。

【0035】また、対物側から順に、チタン酸ストロンチウム製の光学レンズと、他の光学レンズ（チタン酸ストロンチウム製の光学レンズ或いは他の材料の光学レンズ）とを、光軸を合致させて配置した構成とした場合、即ちチタン酸ストロンチウム製の光学レンズを含む複数の光学レンズにより集光レンズを構成した前述のB又はCの構成では、集光レンズに入射する光束の径を小さくすることが可能となる。これは、対物側に配置したチタン酸ストロンチウム製の光学レンズの屈折率が高いため、同じ集光レンズの開口数（例えば2.0）を実現するために必要な他の光学レンズの開口数を小さくすることが可能になり、この他の光学レンズの曲率半径を小さくすることが可能になるからである。曲率半径が小さくなれば、入射する光束の径を小としても、他の光学レンズか

ら記録媒体までの距離を充分確保して、複数の光学レンズから構成された集光レンズにおいて高い組み立て精度を実現することができる。このように集光レンズに入射する光束の径を小さくすることが可能になるため、光記録媒体のフォーカシング方向やトラッキング方向に制御駆動される集光レンズの小型軽量化を図ることができると共に、フォーカシングサーボやトラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図ることが可能となる。

【0036】従って、本発明により、光源の短波長化及び記録媒体の高密度化・大容量化に対応する光学ピックアップ及び光記録再生装置を提供することが可能となる。

【0037】尚、本発明の光学ピックアップは、再生のみを行う再生専用、記録のみを行う記録専用、記録と再生の両方を行うことができる記録再生用を含むものである。また、本発明の光学ピックアップは、光磁気記録媒体に対して光磁気記録再生を行うものも含み、光磁気記録方式とニアフィールド光再生方式を組み合わせた構成例えば光学ピックアップの一部に磁気コイル等を組み込んだものを含むものである。また、本発明の光記録再生装置は、再生のみを行う再生専用装置、記録のみを行う記録専用装置、記録と再生の両方を行うことができる記録再生用装置を含むものである。

【0038】そして、本発明を、例えば図12に示した構成と同様に、対物側から順に配置された第1の光学レンズと第2の光学レンズで構成された集光レンズが保持された、いわゆるニアフィールド光記録再生方式を採用する光学ピックアップ、及びこの光学ピックアップを具備する光記録再生装置に適用することができる。以下、この構成に本発明を適用した場合を、本発明に係る光学ピックアップの具体的な実施の形態として説明する。

【0039】本発明の一実施の形態として光学ピックアップの要部の概略構成図を図1に示す。また、図1に示す光学ピックアップを構成する光学系の構成の一形態を図2に示す。

【0040】図1及び図2に示すように、図示しない光源例えば半導体レーザと、光束Lを記録媒体（光記録媒体又は光磁気記録媒体）30に集光する集光レンズ13と、光源から出射された光束L1と記録媒体30で反射した光束L2とを分離する第1のビームスプリッタ14と、記録媒体30で反射した光束L2を2つの光束に分離する第2のビームスプリッタ15を有して、光学ピックアップが構成されている。

【0041】光源は、390～450nmの範囲内の波長の光を出射する構成とする。集光レンズ13は、記録媒体30側から順に、第1の光学レンズ11及び第2の光学レンズ12をそれぞれの光軸が一致するように配置して成る。

【0042】また、記録媒体30が例えばディスク状媒



体である場合には、図示を省略するスピンドルモータに記録媒体30が装着されることにより所定の回転数で回転される。尚、実際には第1の光学レンズ11及び記録媒体30は互いに接触してはいないが、これら光学レンズ11及び記録媒体30の間隔が光学レンズ11の厚さ $t$ と比較して十分に小さいため（例えば数万分の1程度）、図1及び図2においては接触しているように描かれている。以下の図においても同様である。

【0043】そして、本実施の形態の光学ピックアップにおいて、集光レンズ13のうち、少なくとも記録媒体30側の第1の光学レンズ11を前述したチタン酸ストロンチウム製の光学レンズ（チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズ）により構成する。尚、第2の光学レンズ12の材料は特に限定されず、チタン酸ストロンチウム製レンズ、ガラス製レンズ、その他の材料から成るレンズのいずれであってもよい。

【0044】次に、図1及び図2に示す光学ピックアップにおける、光の経路と各部品における作用等を説明する。光源例えば半導体レーザから出射された往路光は、コリメータレンズ（図示せず）により平行光に変換される。そして、この往路光の光束L1は、第1のビームスプリッタ14を透過して、集光レンズ13を介して記録媒体30の情報記録面に集光される。情報記録面で反射された復路光は、再び集光レンズ13を透過して、第1のビームスプリッタ14で反射されて、光束L2となって第2のビームスプリッタ15に入射する。第2のビームスプリッタで反射された復路光（光束L3）は、図示しないトラッキング用光検出器に集光され、トラッキングエラー信号が検出される。第2のビームスプリッタを通過した復路光（光束L4）は、図示しないフォーカシング用光検出器に集光され、フォーカシングエラー信号および再生ピット信号等が検出される。

【0045】また、図1及び図2に示す光学ピックアップには、集光レンズ13をトラッキング方向やフォーカシング方向に制御駆動させる手段が設けられる。この手段としては、例えば一般的な光学ピックアップに用いられている2軸アクチュエータや、磁気ヘッド等に用いられているスライダ等が挙げられる。これら集光レンズ13の制御駆動手段の形態を次に示す。

【0046】図1及び図2に示した集光レンズ13の制御駆動手段として、2軸アクチュエータを採用した場合の概略構成図を図3に示す。図3に示すように、集光レンズ13をトラッキング方向に制御駆動させる（トラッキング用）コイル17と、集光レンズ13をフォーカシング方向に制御駆動させる（フォーカシング用）コイル18とから成る2軸アクチュエータ16に、集光レンズ13（11, 12）が固着されている。

【0047】この2軸アクチュエータ16は、さらに記録媒体30と第1の光学レンズ11との距離を制御する

ことが可能な構成とされる。例えば戻り光量をモニタして距離情報をフィードバックすることにより、第1のレンズ11と記録媒体30の距離を一定に保ち、かつ第1のレンズ11と記録媒体30の衝突を避けることができる。また、この2軸アクチュエータ16は、戻り光量をモニタして位置情報をフィードバックすることにより、トラッキング用コイル17の駆動によって集光レンズ13をトラッキング方向に移動させて、集光スポットを所望の記録トラックに移動させることが可能である。

【0048】次に、図1及び図2に示した集光レンズ13の制御駆動手段として、スライダを採用した場合の概略構成図を図4に示す。図4に示すように、トラッキング方向に制御駆動されるスライダ21に、集光レンズ13（11, 12）が固着されている。このスライダ21は、弾性体例えば記録媒体30の面触れ方向にのみ弾性を有するジンバル22を介して、トラッキング方向に移動する可動光学部（図示せず）に支持される。この可動光学部は、リニアモータ等で構成された制御駆動手段によりトラッキング方向に制御駆動される。そして、記録媒体30の回転に伴い発生する気体流が記録媒体30とスライダ21との間に流れ込むとともに、弾性体であるジンバル22の記録媒体30側への押圧力と釣り合う気体薄膜が形成され、スライダ21が記録媒体30に対して一定の距離、たとえば50nmの距離を保ちつつ浮上するように構成される。即ち、記録媒体30を所定の回転数で回転させて記録媒体30からの情報の再生時或いは記録媒体30への情報の記録時において、集光レンズ13を構成する第1の光学レンズ11と記録媒体30との距離がスライダ21によりほぼ一定距離に保たれた状態となる。

【0049】尚、光学ピックアップに、さらに必要に応じて、記録媒体30の面振れに対して、集光レンズ13を固着する2軸アクチュエータ16もしくはスライダ21が追従した残りのフォーカスエラー成分および集光レンズ13（11, 12）の組み立て工程時に発生した誤差成分を補正する手段として、2枚の光学レンズ11, 12の間隔を変えることで補正を行うことができるリレーレンズを、第1のビームスプリッタ14と第2の光学レンズ12の間に挿入して構成してもよい。また、図4に示したように第1の光学レンズ11及び第2の光学レンズ12がスライダ21に固着されている場合に、スライダ21が追従した残りのフォーカスエラー成分および集光レンズの組み立て工程時に発生した誤差成分を補正する手段として、集光レンズ13を構成する2つの光学レンズのうち、第1の光学レンズ11をスライダ21に固定する一方、第2の光学レンズ12を例えば圧電素子等により第1の光学レンズ11に対して例えば光軸方向に相対的に可動するように構成してもよい。

【0050】また、スピンドルモータが複数の光記録媒体を装着する手段を有する光記録再生装置（ハードディ



スクドライブ等の磁気記録再生装置に採用されているスタック型の記録媒体に類似した構造) の場合では、図5に示すように、スライダ21にさらに光軸をほぼ90度曲げるミラー23を設ける構成が好適である。このような構成とすることにより、光記録再生装置の各光記録媒体間の間隔を小とすることができるので、結果的に光記録再生装置の小型化、薄型化を図ることができる。

【0051】次に、第1の光学レンズ11の形状について説明する。第1の光学レンズ11の形状は、図1～図5に示した超半球状に限定されるものではなく、その他の形状も採用することができる。以下、第1の光学レンズ11の形状を変更した形態を示す。

【0052】図6は、第1の光学レンズ11に、半球状の光学レンズ11Aを採用した場合を示している。このとき、レンズの厚さは曲率半径 $r$ と一致する。また、図7は、第1のレンズ11に、図1と同様の超半球状の光学レンズ11Bを採用した場合を示している。半球形にさらに、球の上半分の一部を $r/n$ の厚さだけ付加している。このとき、レンズの厚さは $r(1+1/n)$ となる。これらの場合には、記録媒体30と対向する対物面が平面となっており、対物面の反対側の面は凸球面となっている。また、周側面において2軸アクチュエータ16もしくはスライダ21と固着される。

【0053】次に、図8は、図6に示した半球状から、対物面を円錐状に加工した形状の光学レンズ11Cを採用した場合を示している。また、図9は、図7に示した超半球状から、対物面を円錐状に加工した形状の光学レンズ11Dを採用した場合を示している。ニアフィールド光記録再生方式においては、記録媒体30と第1の光学レンズ11との距離が数十nm程度と非常に近接していることから、このように対物面を円錐状に加工することにより、記録媒体30もしくは第1の光学レンズ11の傾きに対する許容度を拡大することができる。

【0054】また、ニアフィールド光記録再生方式において記録媒体30を光磁気記録媒体とする場合には、記録時かつ／又は再生時に磁界が必要になる。この場合には、図10もしくは図11に示すように、第1の光学レンズ11の対物面の一部に磁気コイル25等の磁界印加手段を取り付けて構成してもよい。図10は、半球形の

光学レンズ11Eの対物面を、中心付近を残すように加工して磁気コイル25を設けた場合を示している。図11は、超半球形の光学レンズ11Fの対物面を、中心付近を残すように加工して磁気コイル25を設けた場合を示している。

【0055】続いて、実際にチタン酸ストロンチウムの試料を作製して、各種特性を調べた。

【0056】(実施例1) 実施例1として、ベルヌーイ法で作製された $\text{SrTiO}_3$  (チタン酸ストロンチウム) 単結晶材料Aを、(100)面を $z$ 軸として、大きさ $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、厚さ $2\text{mm}$ に加工し、さらに両表面を高学研磨して試料を用意した。

【0057】(比較例1) 比較例1として、株式会社オハラ製の高屈折率ガラスS-LAH79材料を大きさ $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、厚さ $2\text{mm}$ に加工し、さらに両表面を光学研磨して試料を用意した。

【0058】次に、これら実施例1と比較例1の各試料の屈折率を、ジェー・エー・ウーラム・ジャパン株式会社製分光エリプソメータVASEにて、波長 $380\text{nm}$ から $800\text{nm}$ まで測定した。これら実施例1と比較例1の各試料の屈折率の波長依存性を、図13に比較して示す。

【0059】図13より、比較例1のガラス材料では屈折率が2.0から2.1程度であるのに対して、実施例1の $\text{SrTiO}_3$ 材料では波長 $380\text{nm}$ から $800\text{nm}$ までのすべての波長範囲でガラス材料の屈折率を大きく超えており、その値も波長 $400\text{nm}$ 付近で2.6以上に達することがわかる。

【0060】さらに、実施例1と比較例1の各試料について、波長 $415\text{nm}$ における屈折率を測定した。また、この屈折率の測定結果に基づき、第1の光学レンズに実施例1と比較例1の材料をそれぞれ使用して、この第1の光学レンズと開口数0.45の第2の光学レンズとを組み合わせ、図1及び図12に示した形態の集光レンズ13、53を組み立てたときの集光レンズの開口数を計算した。これら屈折率の測定結果及び集光レンズの開口数の計算結果を表1に示す。

【0061】

【表1】

試料名	波長 $415\text{nm}$ における屈折率	集光レンズの開口数
実施例1 $\text{SrTiO}_3$ 単結晶	2.6146	3.08
比較例1 S-LAH79	2.0616	1.91

【0062】表1から明らかなように、ガラス材料の中では高い屈折率を有するS-LAH79に比較して、 $\text{SrTiO}_3$ の屈折率と、この材料を使用して作製した集光レンズの開口数は、明らかにガラス材料よりも大きいことがわかる。

【0063】そして、集光レンズで集光された光スポッ

トの面積は、集光レンズの開口数の2乗に反比例して縮小することができる。従って、 $\text{SrTiO}_3$ はS-LAH79に比べて、2.6倍も高密度な光記録媒体の記録再生が可能となる光ピックアップ装置を実現できることがわかる。

【0064】(実施例2) 実施例2として、ベルヌーイ

法で作製された $\text{SrTiO}_3$ 単結晶材料Aを、(100)面をz軸として、大きさ10mm×10mm、厚さ2mmに加工して、両表面を光学研磨して試料を用意した。

【0065】(比較例2)比較例2として、結晶育成後の酸素雰囲気中での熱処理時間を $\text{SrTiO}_3$ 単結晶材料Aよりも短くすることにより吸収係数を大きくした、同じくベルヌーイ法で作製された $\text{SrTiO}_3$ 単結晶材料Bを、(100)面をz軸として、大きさ10mm×10mm、厚さ2mmに加工して、両表面を光学研磨して試料を用意した。

【0066】次に、これら実施例2と比較例2の試料の屈折率及び吸収係数を、ジェー・エー・ウーラム・ジャパン株式会社製分光エリプソメータVASEにて、波長380nmから800nmまで測定した。

【0067】まず、実施例2及び比較例2の屈折率の波長依存性を比較して図14に示す。図14より、屈折率の波長依存性は、波長380nmから800nmまでのすべての波長範囲で、実施例2及び比較例2がほぼ一致しており、その値は波長400nm付近で2.6以上に達した。

【0068】次に、実施例2と比較例2の吸収係数の波

長依存性を比較して図15に示す。図15より、実施例2と比較例2の吸収係数は、波長500nm以下で大きく異なり、比較例2では波長500nm以下で大きく増大することがわかる。これは、比較例2の結晶育成後の酸素雰囲気中での熱処理時間が短かったためであり、結晶中の酸素欠陥サイトが完全に酸素と結合できなかったために、結晶中に多数の酸素欠陥サイトが存在し、その結果として、それら酸素欠陥サイトが波長500nm以下の紫外線域での光を多く吸収し、吸収係数の増大を招いてしまったためと考えられる。

【0069】次に、実施例2及び比較例2の試料をそれぞれ超半球状の第1の光学レンズ11に用いて、この超半球状の第1の光学レンズ11の厚さを2mmとし、共に第2の光学レンズ12にガラス材料の光学レンズを使用して、図1のような形態の集光レンズ13を組み立てたときの集光レンズ13の波長415nmにおける内部透過率を求めた。これら実施例2及び比較例2について、波長415nmにおける吸収係数と、集光レンズ13の波長415nmにおける内部透過率を比較して、それぞれ表2に示す。

【0070】

【表2】

試料名	波長415nmにおける吸収係数 ( $\text{cm}^{-1}$ )	波長415nmにおける 集光レンズの内部透過率(%)
実施例2 $\text{SrTiO}_3$ 単結晶A	0.0	100
比較例2 $\text{SrTiO}_3$ 単結晶B	82.2	0.0

【0071】表2から明らかなように、実施例2と比較例2を比較すると、屈折率の波長依存性は同じであっても、吸収係数の波長依存性が大きく異なるため、集光レンズとして組み立てたときの内部透過率が全く違ってしまうことがわかる。実施例2の $\text{SrTiO}_3$ 単結晶Aは、吸収係数が小さいために、集光レンズとして組み立てたときの内部透過率が100%とすることができた。一方、比較例2の $\text{SrTiO}_3$ 単結晶Bは、吸収係数が大きいために、集光レンズとして組み立てたときの内部透過率を全く得ることができなかった。

【0072】以上のことから、光源から出射される光の波長例えばGaInP半導体レーザの発振波長390nmから450nmの波長に対して、吸収係数を $2\text{cm}^{-1}$ 以下、好適には $0.1\text{cm}^{-1}$ 以下となるように制御された結晶材料を使用したチタン酸ストロンチウム製光学レンズにより、ガラス材料から成る光学レンズに比べて、2.6倍も高密度な光記録媒体の記録再生が可能となる光ピックアップ及び光記録再生装置を実現することができる。

【0073】次に、図1に示した光学ピックアップの構成において、集光レンズ13の2つのレンズ即ち第1の光学レンズ11及び第2の光学レンズ12を共に波長4

15nmに対して屈折率2.61のチタン酸ストロンチウム単結晶により形成し、第1の光学レンズ11と記録媒体30との距離を例えば40nmに保ちつつニアフィールド記録再生を行う場合を考える。尚、第1の光学レンズ11は、超半球状のソリッドイマージョンレンズ(SIL)により形成するものとする。このとき、第2の光学レンズ12の開口数を0.45とすると、集光レンズ13の開口数NAは3.066となる。そして、第2の光学レンズ12と記録媒体30との距離をWDとし、第1の光学レンズ11の厚さをtとし、第1の光学レンズ11の凸球面の曲率半径をrとした場合、 $t=r/(1+1/n)=1.3831r<WD$ の条件を満たす必要がある。この条件は、第1の光学レンズをガラス材料とした場合( $1.5r<WD$ )より条件が緩和されており、第2の光学レンズ12と記録媒体30との距離WDを余裕をもって確保することができる。

【0074】ところで、図1及び図12に示したニアフィールド光記録再生方式の光学ピックアップの構成において、超半球状の第1の光学レンズ11、51にそれぞれ前述した実施例1の $\text{SrTiO}_3$ 単結晶と比較例1のS-LAH79(ガラス)とを用いた場合を比較する。そして、実施例1及び比較例1について、波長415n

mにおける屈折率と、第1の光学レンズ11、51の厚さ $t=r(1+1/n)$ に係わる要素 $(1+1/n)$ の数値とを比較して、表3に示す。

【0075】  
【表3】

試料名	波長415nmにおける屈折率	$(1+1/n)$ の数値
実施例1 SrTiO <sub>3</sub> 単結晶	2.6146	1.3825
比較例1 S-LAH79	2.0616	1.4851

【0076】表3に示すように、 $(1+1/n)$ の数値が、実施例1の場合は1.3825となり、比較例1の場合は1.4851となる。この比較からわかるように、実施例1のSrTiO<sub>3</sub> 単結晶では屈折率(2.6146)が大であることにより、第1の光学レンズ11の厚さ $t$ を比較例1のガラス材料に対して7%程度小さくすることができる。即ち、より半球レンズに近い厚さにおいて超半球状レンズによるニアフィールド記録再生が実現できることがわかる。

【0077】従って、図1に示したように、第2の光学レンズ12と記録媒体30との距離WDを十分に確保することができると共に、第2の光学レンズ12に入射する光束Lの径を容易に小さくすることもできる。これにより、第1の光学レンズ11を薄くすることができ、第1の光学レンズ11及び第2の光学レンズ12の径を小さくすることができるため、これら第1及び第2の光学レンズ11、12を軽量化して、第1及び第2の光学レンズ11、12から成る集光レンズ13を軽量化することができる。従って、記録媒体30のフォーカス方向やトラッキング方向に制御駆動される集光レンズ13の重量が小となるために、フォーカスサーボやトラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図ることができ、光学ピックアップおよび光記録再生装置の小型化薄型化を図ることが可能となる。

【0078】本発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲でその他の様々な構成が取り得る。

【0079】

【発明の効果】上述の本発明によれば、集光レンズの開口数を大きくすることができ、且つ小型軽量の集光レンズを容易に得ることが可能になる。従って、従来のガラス材料により形成した集光レンズを用いた場合と比較して、大幅に記録密度を向上することができ、高記録密度・大容量の記録媒体の記録再生が可能となる光ピックアップ及び光記録再生装置を実現することができる。

【0080】また、チタン酸ストロンチウムから成る又はチタン酸ストロンチウムを主成分とする光学レンズと他の光学レンズを対物側から順に光軸を合致させて配置して集光レンズを構成したときには、集光レンズに入射する光束の径を小さくすることが可能となる。これにより、記録媒体のフォーカシング方向やトラッキング方向

に制御駆動される集光レンズの小型軽量化を図ることができると共に、フォーカスサーボやトラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の光学ピックアップの要部の概略構成図である。

【図2】図1の光学ピックアップの光学系の一形態を示す図である。

【図3】図1及び図2の集光レンズの制御駆動手段として2軸アクチュエータを採用した概略構成図である。

【図4】図1及び図2の集光レンズの制御駆動手段としてスライダを採用した概略構成図である。

【図5】スライダにミラーを設けた場合の概略構成図である。

【図6】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図7】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図8】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図9】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図10】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図11】第1の光学レンズの形状の一形態を示す図である。

【図12】ニアフィールド光記録方式の集光レンズを備えた光学ピックアップの要部の概略構成図である。

【図13】実施例1及び比較例1の屈折率の波長依存性を比較した図である。

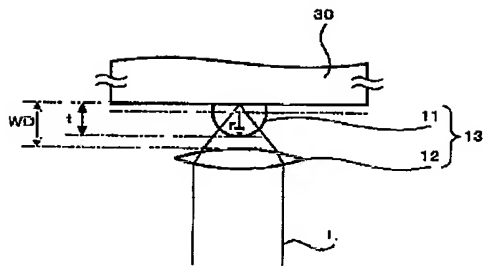
【図14】実施例2及び比較例2の屈折率の波長依存性を比較した図である。

【図15】実施例2及び比較例2の吸収係数の波長依存性を比較した図である。

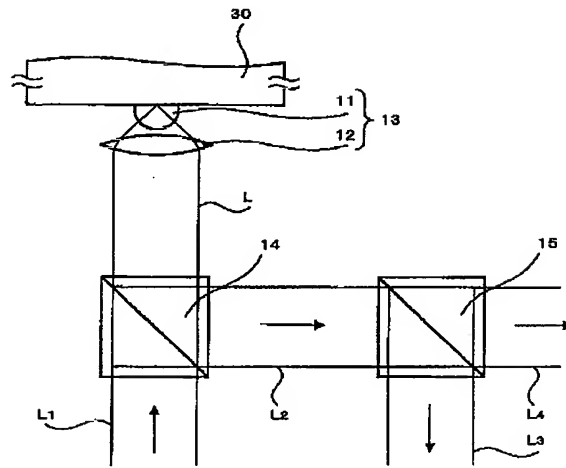
【符号の説明】

11 第1の光学レンズ、12 第2の光学レンズ、13 集光レンズ、16 2軸アクチュエータ、21 スライダ、22 ジンバル、23 ミラー、25 磁気コイル、30 記録媒体(光記録媒体又は光磁気記録媒体)

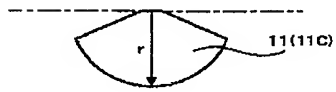
【図1】



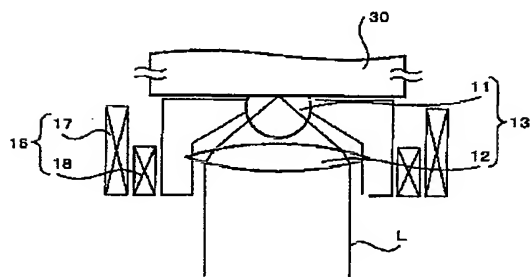
【図2】



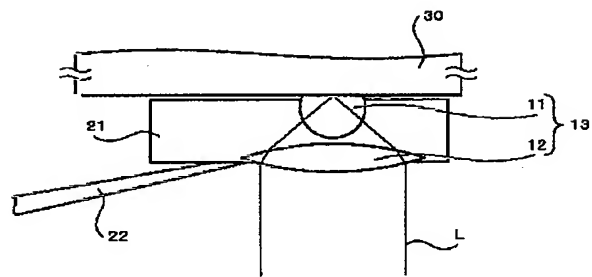
【図8】



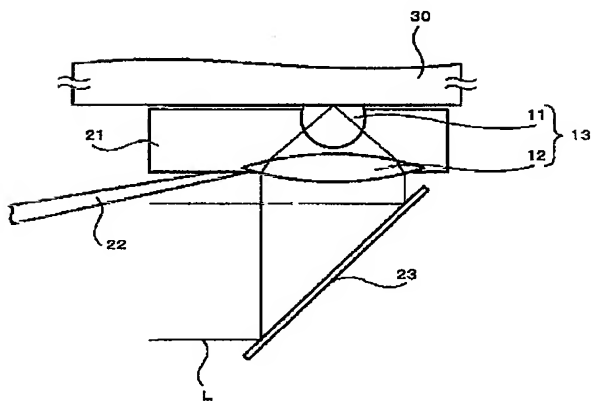
【図3】



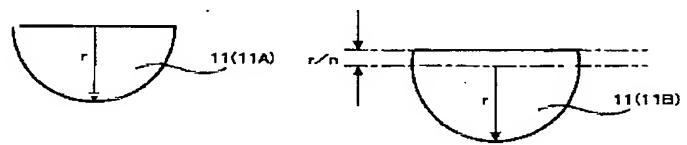
【図4】



【図5】

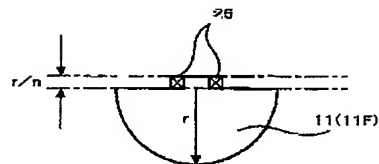


【図6】

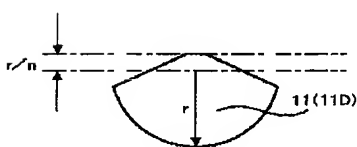


【図7】

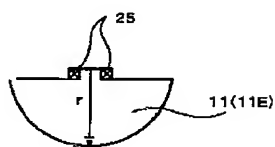
【図11】



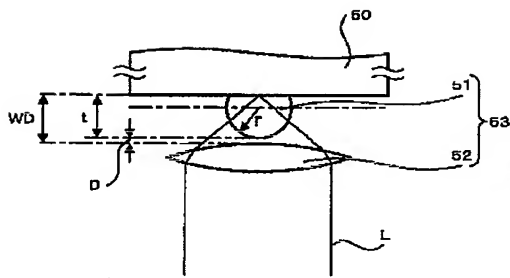
【図9】



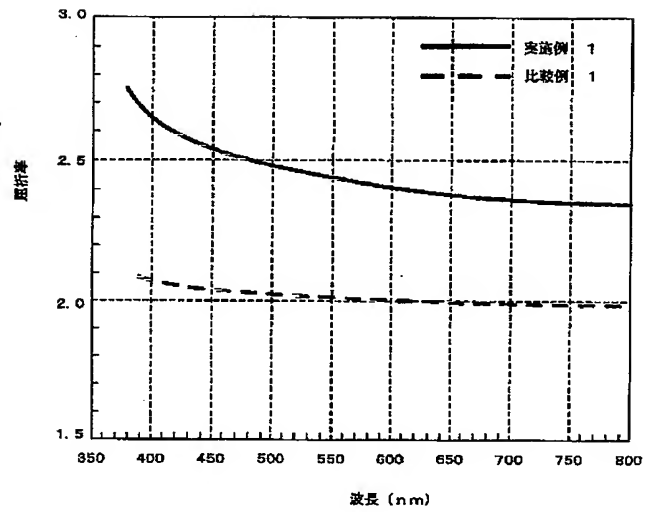
【図10】



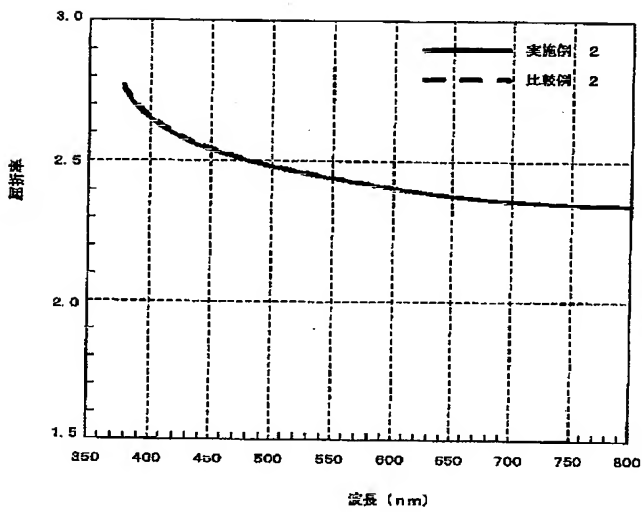
【図12】



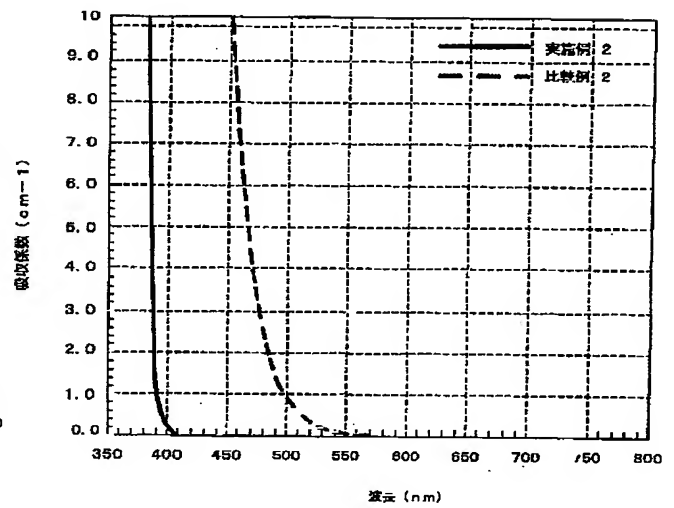
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/125

11/105

識別記号

5 6 6

F I

G 1 1 B 7/125

11/105

(参考)

A

5 6 6 C

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA01 NA00 PA02 PA17  
PB02 QA02 QA05 QA11 QA21  
QA33 QA41 UA00 UA02  
4G077 AA02 AB04 BC42 HA01  
5D075 AA03 CD06 CD17  
5D119 AA22 BA01 FA05 JA34 JA43  
5D789 AA22 BA01 CA21 CA22 CA23  
FA05 JA34 JA43